

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-163514

(43)Date of publication of application : 14.09.1984

(51)Int.Cl.

G01D 5/24  
G01L 9/12  
// G01B 7/22

(21)Application number : 58-037515

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 09.03.1983

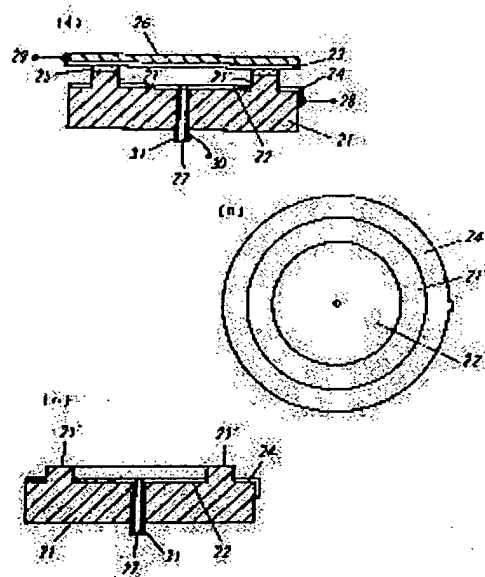
(72)Inventor : NAKAMURA KIMIHIRO  
TAMAI MITSURU

## (54) ELECTROSTATIC CAPACITY TYPE SENSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve accuracy in measurement and to make negligible the floating capacity between two electrodes by forming a support and a diaphragm (including a base plate) of fused quartz, quartz crystal, glass, ceramics, sapphire, etc. and providing an adhesive layer and a supporting part between the two electrodes which are formed into a concentric shape.

**CONSTITUTION:** An electrode support 21 consists of a material such as, for example, fused quartz, quartz crystal, glass, ceramics, sapphire, or the like, and two concentric electrodes 22, 24 are formed on the surface thereof. These electrodes 22, 24 are formed by vapor deposition, etc. in the prescribed depth position of the support. A measuring diaphragm 26 consists of the material similar to the material of the support 21, and a prescribed metal is deposited by a means such as vapor deposition over the entire surface of the diaphragm facing the support 21, by which an electrode 23 is formed. The support 21 and the diaphragm 26 are joined by an adhesive layer 25 such as low melting glass, glass, org. adhesive agent, metal or the like in such a way that the electrodes face each other.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—163514

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 D 5/24  
G 01 L 9/12  
// G 01 B 7/22

識別記号

庁内整理番号  
7905—2F  
7507—2F  
7707—2F

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月14日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 静電容量式センサ

⑯ 発明者 玉井満

川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機製造株式会社内

⑰ 特 願 昭58—37515

⑱ 出 願 昭58(1983)3月9日

⑲ 出 願 人 富士電機製造株式会社

⑳ 発 明 者 中村公弘

川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機製造株式会社内

川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 並木昭夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

静電容量式センサ

2. 特許請求の範囲

1) 互いに同じ面積を有する同心円状の第1、第2電極部が形成されてなる支持体と、該支持体と対向する面に第3電極部を備え該第3電極部の少なくとも前記第1または第2電極部のいずれかと対応する位置に物理的な力に応動するダイアフラム部が形成されてなる基板とを備え、前記第1、第2電極部と第3電極部とを向かい合わせ所定の間隙をもつて接合するための接合部が該第1電極と第2電極間に形成されてなることを特徴とする静電容量式センサ。

2) 特許請求の範囲第1項に記載の静電容量式センサにおいて、前記基板のみまたは基板と支持体の双方を溶融石英、水晶、ガラス、セラミックスまたはサファイア等の材料で形成することを特徴とする静電容量式センサ。

3) 特許請求の範囲第1項または第2項のいず

れかに記載の静電容量式センサにおいて、前記基板にざぐり部を形成し、該ざぐり部によつてダイアフラム部を形成することを特徴とする静電容量式センサ。

4) 特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載の静電容量式センサにおいて、前記基板の厚さを所定の厚さにし、該基板全体をダイアフラム部とすることを特徴とする静電容量式センサ。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

この発明は圧力、差圧、荷重またはレベル等（以下、圧力で代表する。）の物理的な量を静電容量的に検出する検出部（センサ）の構造に関するものである。

〔従来技術とその問題点〕

第1図は静電容量式圧力センサの従来例を示す断面図、第1A図は電極部の構造を示す上面図、第1B図はセンサの電気的な等価回路を示す回路図である。第1図において、1はハウジング、2、

3は電極、4は圧力測定ダイアフラム、5は絶縁体、6、9は連通孔、7、8は電極管、10~12は端子である。すなわち、電極2、3が取り付けられた絶縁体5は、金属性のハウジング1にメタライズ等の方法によつて接合され、該ハウジング1は電子ビーム溶接等によつて金属製の測定ダイアフラム4に取り付けられる。第1A図に示されるように、電極2と3は互いに同心円状に配置されるとともに、その断面積 $S_1, S_2$ は互いに等しくなるように選ばれている( $S_1=S_2=S$ )。そして、中央の電極3には外部へ通じる連通孔6を有する電極管7が取り付けられていて、圧力測定ダイアフラム4へ圧力が伝達される如く構成されており、また、外周の電極2には同じく連通孔9を有する電極管8が取り付けられている。なお、電極3とダイアフラム4および電極2とダイアフラム4によつてそれぞれ静電容量 $C_1, C_2$ なるコンデンサが形成される。したがつて、例えば連通孔6より圧力が導入されるとダイアフラム4が変位することになるが、この変位を、従来は測定ダイアフラム4の中央部付近では大きく、その外周では殆んどない、つまり第1B図の等価回路に示すように容量 $C_2$ は不変であると考え、以下の如き演算式から求めるようにしていた。

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_0 - \Delta d} \quad \dots\dots(1)$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_0} \quad \dots\dots(2)$$

(1), (2)式より

$$\frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{\Delta d}{d_0} \quad \dots\dots(3)$$

なお、 $\epsilon_0$ は電極間の誘電率、 $S$ は電極の面積、 $d_0$ は電極間の間隙、 $\Delta d$ は測定ダイアフラムの平均変位である。

ところが、実際にはダイアフラム4の固定端近傍においても変位が生じて容量 $C_2$ が変化するため、直線性が悪くなり測定精度が低下するという欠点があるばかりでなく、以下に列記する如き欠点がある。

1) 2つの電極が互いに隣接して配置されるため、これらの間で浮遊容量が形成され易い。

ロ) 測定ダイアフラムに対向して2つの電極を設けるものであるため、それぞれの静電容量値が小さくなり、その結果、上記の如き浮遊容量の影響を受け易い。

ハ) 金属と絶縁体の複合体を設けなければならぬため、一般に高価となる。

ニ) 金属ダイアフラムによつて圧力を測定するものであるため、金属ダイアフラムのヒステリシスが測定結果に含まれ、高精度の測定が困難である。

#### 〔発明の目的〕

この発明は上述の如き諸点に鑑みてなされたもので、高精度な測定が可能でしかも小型化が容易な静電容量式センサを提供することを目的とする。

#### 〔発明の要点〕

その特徴は、互いに同じ面積を有する同心円状の第1、第2電極部が形成された支持体と、該支持体と対向する面に第3電極部を有し該第3電極部の少なくとも第1、第2電極部と対向する位置に物理的な力に反応するダイアフラム部が形成さ

れた基板とを互に向かい合わせ所定の間隙をもつて接合するための接合部を第1、第2電極間に配置した点、また、少なくとも上記基板の材料を物理的特性が良好で微細加工が可能なものとした点にある。

#### 〔発明の実施例〕

以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。

第2図はこの発明の実施例を示す構造図で、同図(イ)は全体的な構造を示す断面図、(ロ)は電極部の構造を示す上面図、(ハ)は同じくその断面図である。同図において、21は例えば溶融石灰、水晶、ガラス、セラミックスまたはサファイア等の材料からなり、その表面に同図(ロ)の如く同心円状の2つの電極22、24が形成された電極支持体であり、これら電極22、24は該支持体21の所定深さの位置に蒸着等により形成される。なお、該支持体21には同図(ハ)の如くリング状の突出部21'が形成されるとともに、第1図と同様の連通孔27および電極管31が設けられている。26は支持

体21と同様の材料からなる測定ダイアフラムであり、支持体21と対向する全面には所定の金属が蒸着等の手段によつて取り付けられ、これによつて電極23が形成される。そして、これら支持体21と測定ダイアフラム26とは、互いに電極どうしが向き合うようにして低融点ガラス、ガラス、有機接着剤または金属等の接着層25により接合される。なお、この接合に当つては、使用される物質に応じて共晶反応を利用する方法または陽極接合法等の公知の方法が用いられる。こうして、電極23と24により平板コンデンサ $C_1$ が、また電極22と23により平板コンデンサ $C_2$ がそれぞれ形成される。この場合、コンデンサ $C_2$ は圧力等に応じてその容量が変化するのに対し、コンデンサ $C_1$ は圧力等に応動しないので、これを基準のコンデンサとして用いることができる。なお、同図(f)において、28~30はボンディング、はんだ付け等の手段により各電極に接続される端子である。

こゝで、測定ダイアフラムを挟んで圧力差が生

じると、該圧力差に比例して測定ダイアフラム26がたわむため、電極22、23の電極間々隔、つまり静電容量 $C_2$ は変化するが、電極23、24の電極間々隔は変化しない。いま、電極間(23と22、24との間)の間隔を $d_0$ 、電極間の誘電率を $\epsilon$ 、電極(22、24)の面積を $A$ 、 $d$ を差圧に比例する量とすると、これらの量と容量 $C_1$ 、 $C_2$ との間には上式(1)~(3)と同様に、以下の如き関係式が成立する。

$$C_1 = \frac{\epsilon A}{d_0} \quad \dots\dots(4)$$

$$C_2 = \frac{\epsilon A}{d_0 - d} \quad \dots\dots(5)$$

(4)、(5)式より

$$\frac{C_2 - C_1}{C_2} = \frac{d}{d_0} \quad \dots\dots(6)$$

したがつて、コンデンサ $C_1$ 、 $C_2$ の容量を測定することにより、第(6)式から差圧に比例する量を得ることができる。なお、上記(4)~(6)式は圧力等の方向を一致させれば、(1)~(3)式と全く同じである。

第3図、第4図および第5図は、それぞれこの発明の別の実施例を示す構成断面図、第6図は第4、5図の実施例の場合に使用される電極部の構造を示す上面図である。

まず、第3図に示されるものは、測定ダイアフラムを第2図(f)の如く平板状に形成するかわりに、所定厚さの基板20に凹部、すなわちざぐり(座繰)20'を形成することにより、その肉薄部を測定ダイアフラム26として機能させるようにしたものである。その結果、第2図の場合に比べてダイアフラム材料のヒステリシスによる影響が少なくなるようにしたものである(この点は、実験的に確かめられている)。なお、基板20の肉薄部の厚さを $h_1$ 、肉薄部の厚さを $h_2$ とすると、その比 $r(=h_1/h_2)$ は、 $r \geq 3$ となるようにするのが好適であることも実験的に確かめられている。

第4図に示されるものは、第2図および第3図に示されるものが支持体21に形成されたリング状突起21'を介してダイアフラム26と接合する

ように構成されているのに対し、この突起部を削除した平面の支持体上に第6図の如く電極22、24を蒸着する等して形成し、電極22と24との間の部分21'に有機接着剤、低融点ガラスまたはガラス等の絶縁体からなる接着層を作り、この部分25によつて支持体21とダイアフラム26を接着して構成したものである。こうすることにより、支持体21の加工を容易にすることができる。なお、第6図の如く、電極22に引き出し部22'を設けることにより、端子の取り出しを容易にすることができる。また、この実施例におけるダイアフラム26を中央部に肉薄部を有する第3図の如きダイアフラムに置き換えることが可能である。

第2図~第4図に示される例はいずれも、支持体側側のみ同心円状の電極を設ける例であるが、これと同様の電極をダイアフラム側に形成してもよいことは、いままでの説明からも明らかであり、かかる観点に立つ実施例が第5図に示されている。すなわち、この例は、支持体21および測定ダイ

アフラムの双方に第6図の如き電極を形成し、これらを互に向かい合わせて接層層25で接着したもので、静電容量値を個別に取り出す場合に好適である。

第7図は容量センサの電気的な等価回路を示す回路図で、同図(f)は第2～4図に示される各センサに、また同図(h)は第5図に示されるセンサにそれぞれ対応するものである。なお、28～30, 28', 32, 32'はいずれも端子を表わし、C<sub>1</sub>は基準コンデンサ、C<sub>2</sub>は測定コンデンサを表わしている。

#### 〔発明の効果〕

この発明によれば、支持体およびダイアフラム(基板を含む)を熔融石英、水晶、ガラス、セラミックスまたはサファイア等で形成するようにしているため、金属性のものに比べてその物理的特性(弾性特性)がすぐれているという理由から、その測定精度を向上させることができる。また、このような材料は微細加工に適しており、特に半導体製造技術を用いて数ミクロン程度の加工が可

能であるため、小型化しうる利点をもたらすものである。さらに、この発明によれば、次の如き効果を期待することができる。

イ) 同心円状に形成される2つの電極間に接層層と支持部を設け、ダイアフラムが変位しても外側の基準コンデンサの容量は変化しないように構成されているため、測定値の直線性が改善される。

ロ) 同心円状に形成される2つの電極間に接層層を設けて電極の分離を図るようにしているため、その間の浮遊容量を無視することができる。

ハ) 電極部が形成されたダイアフラムは、その全面を電極として使用できるので、静電容量が大きくなり、したがって浮遊容量の影響を無視することが可能になる。

ニ) 金属と絶縁体との複合体を使用しなくて済むため、コストを低減させることができる。

ホ) 測定ダイアフラムを金属以外の弾性特性のすぐれた材料で構成するようにしているため、ダイアフラム変位の直線性が改善され、かつヒステリシスを小さくすることができる。

なお、上記の説明では支持体、ダイアフラム(基板)とともに熔融石英、水晶、ガラス、セラミックスまたはサファイア等の材料を用いるようにしたが、ダイアフラム部の方にだけかかる材料を用いるだけで充分である。

また、この発明は上述の如き圧力測定だけでなく、機械的または物理的な種々の量を測定するセンサとして広く適用することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は静電容量式圧力センサの従来例を示す構造断面図、第1A図は電極の構造を示す上面図、第1B図は第1図に示されるセンサの電気的な等価回路を示す回路図、第2図はこの発明の実施例を示す構成図、第3～5図はそれぞれこの発明の別の実施例を示す断面図、第6図は支持体に形成される電極構造の他の例を示す上面図、第7図は容量センサの電気的な等価回路を示す回路図である。

#### 符号説明

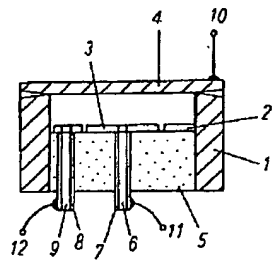
1…ハウジング、2, 3, 22, 23, 24…

電極、4, 26…ダイアフラム、5…絶縁体、6, 9, 27…連通孔、7, 8, 31…電極管、10～12, 28～30, 28', 32, 32'…端子、21…支持体、21'…突起部、21''…電極間平坦部、25…接層層

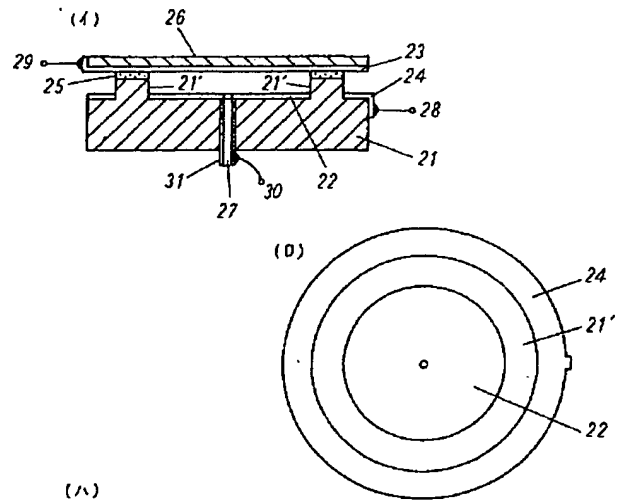
代理人 弁理士 並 木 昭 夫

代理人 弁理士 松 崎 清

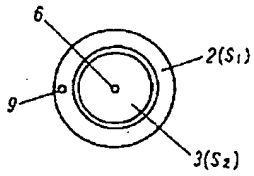
第1圖



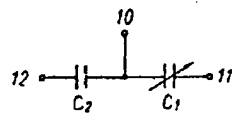
第2圖



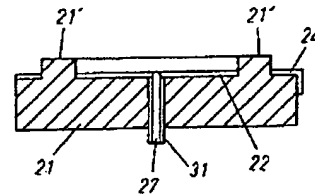
第1A圖



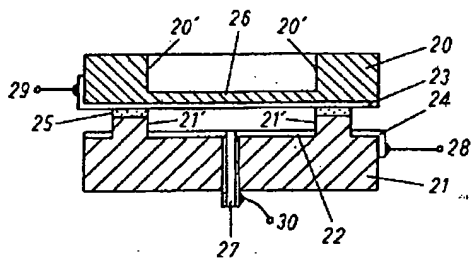
第1B圖



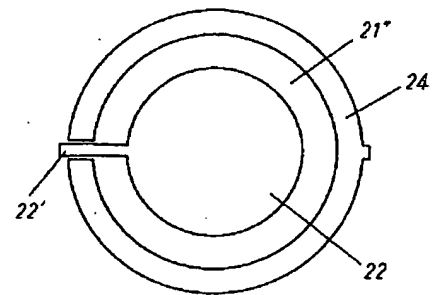
(ハ)



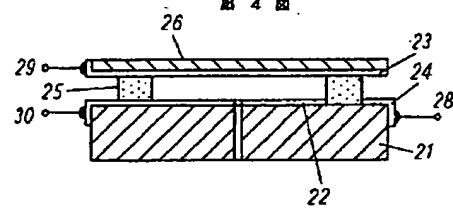
第3圖



第6圖



第4圖



第7圖

